

Orthopädische Universitätsklinik im Malteser Waldkrankenhaus St. Marien gGmbH

Lehrstuhl für Orthopädie mit Orthopädischer Chirurgie

Adresse

Rathsbergerstraße 57
91054 Erlangen
Tel.: +49 9131 8223303
Fax: +49 9131 8523565
www.orthopaedie.med.fau.de

Direktor

Univ. Prof. Dr. med. Raimund Forst

Ansprechpartner

PD Dr. med. Albert Fujak
Tel.: +49 9131 8223303
Fax: +49 9131 8523565
elke.jallad@fau.de

Forschungsschwerpunkte

- Beurteilung der *in vivo* Implantatverankerung von Hüft- und Knieendoprothetik mit der Roentgen Stereophotogrammetric Analysis (RSA)
- neuromuskuläre Erkrankungen
- präoperative Planung Endoprothetik

Struktur des Lehrstuhls

Professur: 1
Beschäftigte: 8
• Ärzte: 3
• Promovierende: 41

Klinische Versorgungsschwerpunkte

- operativer Gelenkersatz von Hüfte, Knie, Schulter
- Knie- und Schulterchirurgie
- arthroskopische Operationen
- Fußchirurgie
- Kinderorthopädie
- neuromuskuläre Erkrankungen
- konservative und technische Orthopädie
- orthopädische Schmerztherapie

Forschung

Die Orthopädische Universitätsklinik beschäftigt sich mit innovativen Forschungsfragen rund um die *in vivo* Diagnostik und Therapie im Bereich der Hüft- und Knieendoprothetik. Inhaltliche Schwerpunkte sind die Beurteilung der *in vivo* Implantatverankerung, die präoperative Planung von Endoprothesen an Hüft-/Kniegelenk und Wirbelsäule sowie die Gang- und Haltungsanalyse. Des Weiteren werden systematisch im Rahmen klinischer Studien Informationen über seltene neuromuskuläre Erkrankungen erfasst und ausgewertet.

Die Mitarbeiter des Forschungslabors sind im „Forschungsnetzwerk Muskuloskeletale Biome-

chanik (MSB-NET)“ der Sektion Grundlagenforschung der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU) organisiert und haben dort Austauschmöglichkeiten mit gleichartigen nationalen Forschungseinrichtungen aus Orthopädie und Unfallchirurgie. Die Orthopädische Universitätsklinik hat aktuell im MSB-Net die Sprecherfunktion des „Clusters Implantatverankerung / -sicherheit“ inne.

Beurteilung der *in vivo* Implantatverankerung von Hüft- und Knieendoprothetik mit der Roentgen Stereophotogrammetric Analysis (RSA)

PI: Prof. Dr. R. Forst, Dr. F. Seehaus
Die Implantations- als auch die Revisionsstatistik für Hüft- und Knieendoprothetik zeigt in den letzten Jahren einen kontinuierlichen Anstieg. Klinische Herausforderung und mit eine der häufigsten Ursachen für endoprothetische Implantatrevisionen ist die aseptische Implantatlockerung. Durch die Methode der Roentgen Stereophotogrammetric Analysis (RSA) ist es möglich, die Implantatverankerung neuer Implantatdesigns bzw. -beschichtung klinisch innerhalb der ersten beiden postoperativen Jahre zu beurteilen. Die RSA-Methode ermöglicht eine messgenaue *in vivo* Erfassung der relativen Implantat-zu-Knochen Bewegung. Da die Korrelation zwischen einer erhöhten und in den ersten zwei postoperativen Jahren stetig ansteigenden Implantatmigration mit einer späteren aseptischen Lockerung wissenschaftlich belegt ist, ist die mit der RSA gemessene Implantatmigration ein zuverlässiger Surrogatmarker für die spätere Lockerung des Implantats. Im aktuellen Fokus der RSA-Forschung an der Orthopädischen Universitätsklinik steht die experimentelle Validierung neuerer Ansätze in der RSA-Methodik sowie die klinische Beurteilung der Implantatverankerung nach Hüftendoprothetik.

Hier arbeitet die Orthopädische Universitätsklinik in enger Kooperation mit MSB-Net mit dem Labor für Biomechanik und Biomaterialien der Medizinischen Hochschule Hannover, dem Labor für Biomechanik und Implantatforschung der Orthopädischen Universitätsklinik Heidelberg sowie dem Institut für Medizintechnik der Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden zusammen.

Neuromuskuläre Erkrankungen

PI: Prof. Dr. J. Forst, PD Dr. A. Fujak, Prof. Dr. R. Forst

Der Forschungsbereich neuromuskuläre Erkrankungen beschäftigt sich mit der Evaluation der orthopädischen Symptomatik und der konservativen und operativen Therapie neuromuskulärer

Erkrankungen bei Kindern und Erwachsenen. Das Ziel ist die Optimierung der Behandlungsstrategien, Verbesserung der Patientenversorgung und Erhöhung der Lebensqualität der Betroffenen. Besonderer Schwerpunkt gilt den Vorderhornzellerkrankungen, den spinalen Muskelatrophien, dem Postpoliosyndrom, den hereditären Neuropathien und den Muskeldystrophien. Die häufigste Muskelsystemerkrankung, die Duchenne-Muskeldystrophie, ist trotz Kenntnis des Gendefektes und des codierten Proteins Dystrophin bis heute nicht kausal behandelbar. Im natürlichen Verlauf dieser Erkrankung treten neben der obligaten restriktiven Lungenfunktionsstörung und einer Kardiomyopathie Kontrakturen zunächst der unteren Extremitäten sowie bei nahezu allen Patienten Skoliosen auf. An einem molekulargenetisch gesicherten Patientenkollektiv von weit über 500 Patienten wird in einer prospektiven Untersuchung die Effektivität orthopädisch operativer Behandlungsmaßnahmen der unteren Extremitäten für den Verlauf der Duchenne-Muskeldystrophie, insbesondere in der Frühphase der Erkrankung, nachgewiesen und ein stadienorientiertes Behandlungskonzept entwickelt.

Die enge Kooperation mit der Anästhesiologischen Klinik dient der Untersuchung der Besonderheiten bei Narkosen und bei der Schmerztherapie von Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen. In gemeinsamen Projekten mit der Kinderkardiologischen Abteilung und dem Radiologischen Institut wird die Beteiligung der Herzmuskulatur bei Duchenne-Muskeldystrophie untersucht. Weitere Kooperationen bestehen mit der Kinder- und Jugendklinik, der Neurologischen Klinik und dem Lehrstuhl für Neuropathologie.

Präoperative Planung Endoprothetik

PI: Prof. Dr. R. Forst, Dr. F. Seehaus

Die präoperative Planung von Hüft- bzw. Knieendoprothesen wird zweidimensional unter Zuhilfenahme einer Planungssoftware am konventionellen Röntgenbild (a.p.-Beckenübersicht bzw. mit Ganzbeinaufnahme und m.l.-Aufnahme Kniegelenk seitlich) in der klinischen Routine durchgeführt. Bei starken anatomischen Deformitäten im Bereich des Hüft- bzw. des Kniegelenks gestaltet sich die zweidimensionale Planung oftmals schwierig. Aktuell wird die dreidimensional präoperative Endoprothesenplanung durch die Industrie propagiert. Hierzu ist für den behandelnden Arzt ein CT-Datensatz des betroffenen Gelenks erforderlich, was mit einer zusätzlichen Strahlenbelastung für den Patienten einhergeht.

Ziel des Projekts ist die klinische Validierung (retrospektiv) der dreidimensionalen Planungsumgebung im Bereich präoperativer Planung von Endoprothesen an Hüft-/Kniegelenk und der Wirbelsäule.

Lehre

Die Orthopädische Universitätsklinik beteiligt sich mit Pflicht- und Wahl(pflicht)fächern an der curricularen Lehre der Medizin. Zur Förderung interdisziplinärer Lehre werden in Kooperation mit der Technischen Fakultät interdisziplinäre Lehrveranstaltungen für Studierende der Medizin und Medizintechnik gehalten. Vorlesung und Seminar sind für Studierende der Medizintechnik, aber auch für Materialwissenschaftler, Wirtschaftsingenieure, Maschinenbauer oder Mechatroniker zugänglich.

Das vorhandene Lehrangebot in der Blockpraktikantenausbildung (Medizin) wird kontinuierlich durch praktische Übungen / Labore ausgebaut. Aktuell wird das Konzept „Saw-Bone-Lab“ für die Studierenden validiert. Im Rahmen dieses Kurses sollen am Kunstknochen (sogenannte „Saw-Bones“) Fähigkeiten und Fertigkeiten der Plattenosteosynthese bzw. der Implantation von Knie- und Hüftendoprothesen vermittelt werden.

Es werden neben Bachelor- und Masterarbeiten der Technischen Fakultät auch medizinische Promotionen betreut. Aktuell werden sechs Gastärzte (PhD-Fellowships) aus China, 41 Doktoranden und 3 Habilitanden an der Orthopädischen Universitätsklinik betreut. Die Projektergebnisse wurden durch Mitarbeiter und Doktoranden auf nationalen und internationalen Konferenzen präsentiert.

Ausgewählte Publikationen

Mauerer A, Stenglein S, Schulz-Drost S, Schörner C, Taylor D, Krinner S, Heidenau F, Adler W, Forst R. Antibacterial Effect of a 4x Cu-TiO₂ Coating Simulating Acute Periprosthetic Infection-An Animal Model. *Molecules*. 2017, 22(7). pii: E1042

Dussa CU, Döderlein L, Forst R, Böhm H, Fajak A. Management of Severe Equinovalgus in Patients With Cerebral Palsy by Naviclectomy in Combination With Midfoot Arthrodesis. *Foot Ankle Int*. 2017, 38(9):1011-1019

Jacobsen A, Seehaus F, Hong Y, Cao H, Schuh A, Forst R, Sesselmann S. Model-based roentgen stereophotogrammetric analysis using elementary geometrical shape models: 10 years results of an uncemented acetabular cup component. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018, 19(1):335

Sommer C, Geber C, Young P, Forst R, Bircklein F, Schoser B. Polyneuropathies. *Dtsch Arztebl Int*. 2018, 115(6):83-90

Sesselmann S, Hong Y, Schlemmer F, Hussnaetter I, Mueller LA, Forst R, Tschunko F. Radiostereometric migration measurement of an uncemented Cerafit® femoral stem: 26 patients followed for 10 years. *Biomed Tech (Berl)*. 2018, 63(6):657-663

Hotfiel T, Heiss R, Janka R, Forst R, Raithel M, Lutter C, Gelse K, Pachowsky M, Golditz T. Acoustic radiation force impulse tissue characterization of the anterior talofibular ligament: a promising noninvasive approach in ankle imaging. *Phys Sportsmed*. 2018, 46(4):435-440

Internationale Zusammenarbeit

Dr. I. Wiszomirska, Józef Piłsudski University of Physical Education, Warschau: Polen

Department of Orthopedics in the Malteser Waldkrankenhaus St. Marien gGmbH

Chair of Orthopedics and Orthopedic Surgery

Address

Rathsbergerstraße 57
91054 Erlangen
Phone: +49 9131 8223303
Fax: +49 9131 8523565
www.orthopaedie.med.fau.de

Director

Prof. Dr. med. Raimund Forst

Contact

PD Dr. med. Albert Fujak
Phone: +49 9131 8223303
Fax: +49 9131 8523565
elke.jallad@fau.de

Research focus

- Roentgen-Stereophotogrammetric-Analysis (RSA) for quality control in total hip and knee arthroplasty
- Neuromuscular disorders
- Preoperative planning of total joint arthroplasty

Structure of the Department

Professorship: 1

Personnel: 8

- Doctors (of Medicine): 3
- Graduate students: 41

Clinical focus areas

- Hip, knee and shoulder arthroplasty
- Knee and shoulder surgery
- Arthroscopic surgery
- Foot surgery
- Pediatric orthopedics
- Neuromuscular disorders
- Conservative and technical orthopedics
- Orthopedic pain management

Research

The Department of Orthopedics deals with innovative research questions concerning *in vivo* diagnostics and therapy within the field of total hip and knee arthroplasty. Main topics represent the assessment of *in vivo* implant migration, the preoperative planning of total hip and knee arthroplasty and spinal intervertebral fusions as well as gait and posture analysis. Additionally clinical studies within the field of neuromuscular diseases were performed.

Research staff is organized within the „Research Network Musculoskeletal Biomechanics (MSB-NET)“ of the German Society for Orthopedics and Traumatology (DGOU) and have exchange opportunities with similar national research in-

stitutions. Currently, the Department of Orthopedics provides the speaker of MSB-nets cluster „Implant fixation and Implant safety“.

Roentgen-Stereophotogrammetric-Analysis (RSA) for quality control in total hip and knee arthroplasty

PI: Prof. Dr. R. Forst, Dr. F. Seehaus

Implantation and revision statistics for total hip and knee arthroplasty have shown a continuous increase within the recent years. Aseptic implant loosening is a clinical challenge and still one of the most common causes of total joint arthroplasty revision surgery. By Roentgen-Stereophotogrammetric-Analysis (RSA) method, it is possible to assess clinically the *in vivo* implant fixation of a new implant designs or coatings within the first two postoperative years. The RSA method allows an accurate *in vivo* measurement of the relative implant-to-bone movement, the so-called implant migration. It has been shown scientifically that the continuously increasing early implant migration correlates very well with a later aseptic loosening within the first two postoperative years, which predicts RSA as a reliable surrogate marker for later aseptic loosening of the implant. The current focus of RSA research at the Department of Orthopedics is on the experimental validation of new RSA approaches as well as the clinical assessment of *in vivo* migration of total hip arthroplasty.

The Department of Orthopedics collaborates with the Laboratory for Biomechanics and Biomaterials of Hannover Medical School, Laboratory for Biomechanics and Implant Research of the Orthopedic University Hospital Heidelberg and the Institute of Medical Technology of Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden.

Neuromuscular disorders

PI: Prof. Dr. J. Forst, Dr. A. Fujak, Prof. Dr. R. Forst
The research group for neuromuscular disorders is engaged in an evaluation of orthopedic symptoms, conservative and operative treatment in children and adult patients with neuromuscular disorders. The aim of research is the optimization of orthopedic treatment, improvement of the medical care and quality of life of these patients. The studies are particularly focused on anterior horn cell diseases, spinal muscular atrophies, post-polio syndrome, hereditary neuropathies and muscular dystrophies. Although knowledge of the gene defect and the coded protein – the dystrophin – is given, there is no causal therapy of Duchenne muscular dystrophy (DMD) – the most common neuromuscular dis-

ease. The natural history of this disease includes beside the obligatory restrictive respiratory insufficiency the cardiomyopathy contractures of the extremities and progressive scoliosis in almost all patients.

The results of operative treatment of contractures of lower extremities particularly in early course of the disease are investigated in a prospective study in a collective of more 500 patients with genetically confirmed diagnosis of DMD. Positive effect of this treatment could be proven, and a stage-oriented therapy concept could be developed.

In close cooperation with the Department of Anesthesiology, the special features in anesthesia and pain therapy in patients with the neuromuscular disorders are investigated. In common projects with the Division of Pediatric Cardiology and the Institute of Radiology, the participation of the heart musculature in DMD is examined.

Preoperative planning of total joint arthroplasty

PI: Prof. Dr. R. Forst, Dr. F. Seehaus

Preoperative planning of total hip or knee arthroplasty is carried out within clinical practice two-dimensionally with the aid of planning software using conventional X-ray images (a.p. pelvis overview or whole-leg image in combination with a m.l. knee x-ray). In the case of severe anatomical deformities within the region of the hip or knee joint, two-dimensional planning is often difficult. Currently, three-dimensional preoperative planning of total joint arthroplasty is propagate and suggested by the medical industry. For a three-dimensional planning approach, a CT data set of the joint is required for, which is accompanied by an additional radiation exposure for the patient.

Aim of the project is the clinical validation (retrospective) of the three-dimensional planning environment in the field of total hip and knee arthroplasty or spinal intervertebral fusion.

Teaching

The Department of Orthopedics participates within the curricular teaching of Medicine. To increase interdisciplinary teaching at FAU, interdisciplinary courses for students of Medicine and medical technology are held in cooperation with the Faculty of Engineering. Lecture and seminar are open to students of medical technology, as well as materials scientists, industrial engineers, mechanical engineers, or mechatronics.

The existing curriculum for medical students (internship at Department of Orthopedics) is continuously expanded by practical exercises/laboratories. Currently the concept of a so called „Saw-Bone-Lab“ is validated for the medical students. Within this course, students should be trained skills in the field of plate osteotomy and or the implantation of total knee and hip arthroplasty using Saw-Bones.

In addition Bachelor's and Master's theses from students of the Faculty of Engineering as well as medical dissertations are supervised. Currently, six Chinese guest physicians (PhD Fellowships), 41 doctoral students, and 3 post-doctoral qualification applicants are supervised by the Department of Orthopedics.

Results of current projects were presented by research staff and PhD students at national and international conferences.

Selected publications

Mauerer A, Stenglein S, Schulz-Drost S, Schörner C, Taylor D, Krinner S, Heidenau F, Adler W, Forst R. Antibacterial Effect of a 4x Cu-TiO₂ Coating Simulating Acute Periprosthetic Infection-An Animal Model. *Molecules*. 2017, 22(7). pii: E1042

Dussa CU, Döderlein L, Forst R, Böhm H, Fujak A. Management of Severe Equinovalgus in Patients With Cerebral Palsy by Naviculectomy in Combination With Midfoot Arthrodesis. *Foot Ankle Int*. 2017, 38(9):1011-1019

Jacobsen A, Seehaus F, Hong Y, Cao H, Schuh A, Forst R, Sesselmann S. Model-based roentgen stereophotogrammetric analysis using elementary geometrical shape models: 10 years results of an uncemented acetabular cup component. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018, 19(1):335

Sommer C, Geber C, Young P, Forst R, Birklein F, Schoser B. Polyneuropathies. *Dtsch Arztebl Int*. 2018, 115(6):83-90

Sesselmann S, Hong Y, Schlemmer F, Hussnaetter I, Mueller LA, Forst R, Tschunko F. Radiostereometric migration measurement of an uncemented Cerafit® femoral stem: 26 patients followed for 10 years. *Biomed Tech (Berl)*. 2018, 63(6):657-663

Hotfiel T, Heiss R, Janka R, Forst R, Raithel M, Lutter C, Gelse K, Pachowsky M, Golditz T. Acoustic radiation force impulse tissue characterization of the anterior talofibular ligament: a promising noninvasive approach in ankle imaging. *Phys Sportsmed*. 2018, 46(4):435-440

International cooperation

Dr. I. Wiszomirska, Józef Piłsudski University of Physical Education, Warsaw: Poland